

寻找隐伏铜矿床的地球物理方法

汤广奇

(内蒙地矿局 115 地质队, 乌兰浩特)

刘光海

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京)

内容提要 地球表层可供开发利用的浅、富、近、易矿床日趋减少。为满足国民经济建设对矿产资源的要求, 寻找深部隐伏矿床愈加突出。本文以实例论述了应用地球物理方法技术寻找隐伏铜矿床的效果。

关键词 铜银矿床 隐伏矿体 激发极化法 航磁 地球物理

一、应用激发极化法在莲花山铜矿区发现深部隐伏矿体

莲花山铜银矿床是大兴安岭东南缘铜多金属成矿带北段的一个重要矿床, 区域上处于大板-乌兰浩特火山喷发带中突泉中生代火山盆地的野马次级隆起西南缘; 矿区位于野马隆起和万宝坳陷交接部位靠近隆起一侧。北西断裂构造和南北向断裂构造是岩浆活动的主要通道; 两组断裂构造的复合部位是成岩成矿的有利构造部位; 燕山早期和晚期的酸性侵入岩是主要的成矿母岩; 花岗闪长岩、斜长花岗斑岩是斑岩型铜矿的直接围岩; 闪长玢岩、潜火山相英安质角砾熔岩和二叠系大石寨组凝灰质砂岩、火山碎屑岩是形成热液脉型铜银矿的有利围岩(见图1)。

矿区大部分被第四系覆盖, 有百年前古采矿坑。自1957年在该区发现铁铜矿点, 几上几下, 直至1969年仅在地表发现30余条矿脉。在十余年间, 就脉论脉, 把主要精力放在地表几条大脉, 虽然认为该区成矿条件很好, 但怎样突破确无从下手。在采用激电方法寻找斑岩型铜矿的启示下, 1975年在矿区及其外围开展了60 km²激发极化法测量工作, 发现了5个异常区, 找矿远景区比已知矿化区的面积扩大了15倍。1976年对激电异常进行验证, 首先在DJ 1-3异常区(即陈台村北)布钻, 在距地表120 m处发现了隐伏的斑岩型铜矿体。工业矿体4层, 累计厚度40 m, 矿化层厚达130 m。相继又在该处西部的DJ 1-2异常区进行钻探查证, 又在万宝组砂砾岩中发现了隐伏的细脉浸染型铜银矿体。通过验证这两处激电异常, 发现了两种类型的铜矿床, 打开了本区的找矿局面, 坚定了验证物探异常的信心。据此, 又在DJ 2异常区查明了3、29、36、40、41号矿脉深部均赋存有厚大的矿体。

分析本区应用激发极化法寻找隐伏铜矿取得明显效果的主要原因如下:

1. 岩(矿)石物性差异明显

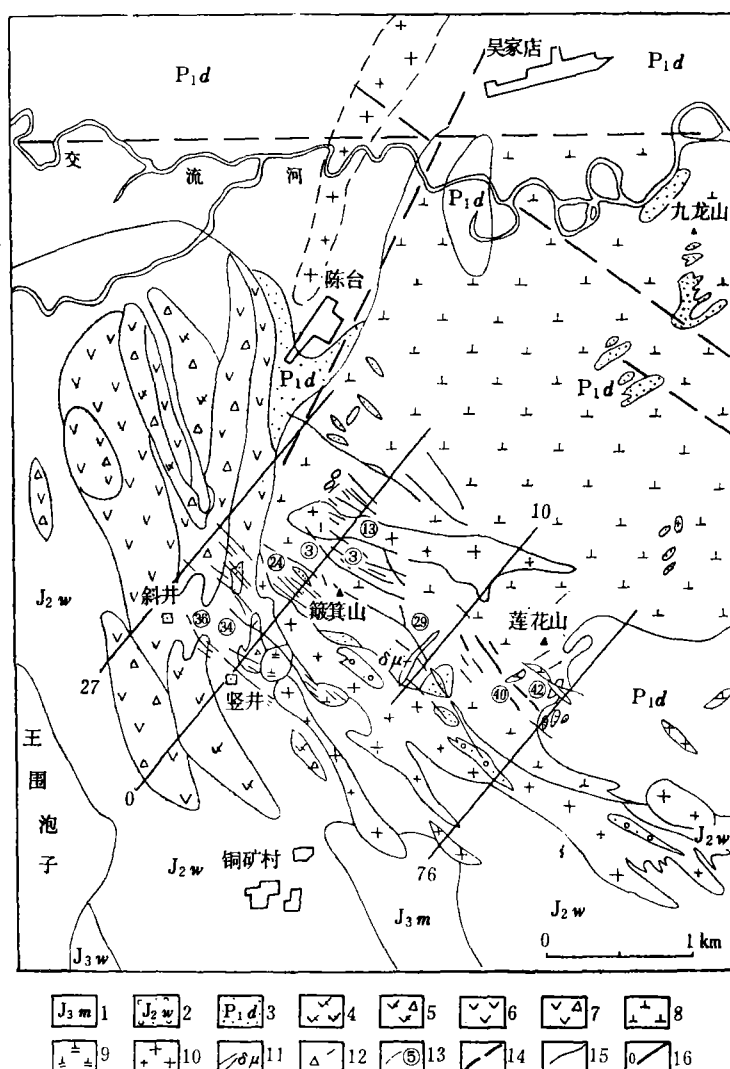


图1 莲花山铜矿床基岩地质图 (转引自牟德贵等, 1990)

Fig. 1 Bedrock geological map of the Lianhuashan copper deposit

1—上侏罗统满克头鄂博组酸性火山岩; 2—中侏罗统万宝组砂砾岩、砂岩、板岩; 3—下二叠统大石寨组凝灰岩、凝灰质砂砾岩; 4—英安岩; 5—英安质角砾熔岩、凝灰熔岩; 6—安山岩; 7—安山质角砾熔岩、凝灰熔岩; 8—燕山早期早阶段闪长玢岩; 9—燕山早期早阶段闪长岩; 10—燕山早期晚阶段斜长二长花岗岩斑岩; 11—成矿后闪长玢岩; 12—电气石化角砾岩; 13—矿脉及其编号; 14—断裂; 15—地质界线; 16—勘探线

莲花山铜(银)矿体具有高密度 ($3.50 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$), 高极化率 (32.6%)、低电阻率 (21—1110 $\Omega \text{ m}$)、弱磁性 (与磁铁矿共生者, 如5号矿脉具有较强的磁性, 磁化强度 $J = 2014 \times 10^{-3} \text{ A/m}$)。特别是矿体与围岩的电性差异达10—20倍。因此, 矿体可引起明显的激电异常和局部弱磁异常, 当有一定规模时, 局部还有重力异常反映。

2. 干扰因素不强

迄今为止, 在莲山山矿区还未发现炭质板岩地层和较大规模的单独黄铁矿化地段。本

区虽然有黄铁矿、磁黄铁矿等干扰矿物存在,但它们多与黄铜矿共生,增强了激电效应,更容易发现异常,有利于用激电方法发现隐伏矿体。

矿区极化率(η_s)的背景值为3—6%,局部异常值一般在10%以上,最高可达19%。凡具工业矿体地段,均有激电异常显示;无激电异常地段,至今还未发现工业矿体。历年验证的8个异常中有5个见工业矿体,另外3个为矿化引起。

3. 异常有规律性的分布

纵观莲花山矿区的激电异常图(图2),我们清楚地看到,激电异常是由多个局部异常组成的北西向或北东向的带状异常,如DJ4-2、DJ4-1;DJ3、DJ2-2;DJ2-1、DJ1-1、DJ1-2及DJ5-1、DJ5-2、DJ5-3等均呈北西向的带状分布。同时又由DJ1-2、DJ1-3、DJ5-3;DJ2-2、DJ1-1、DJ5-2以及DJ4-1、DJ2-1、DJ5-1等

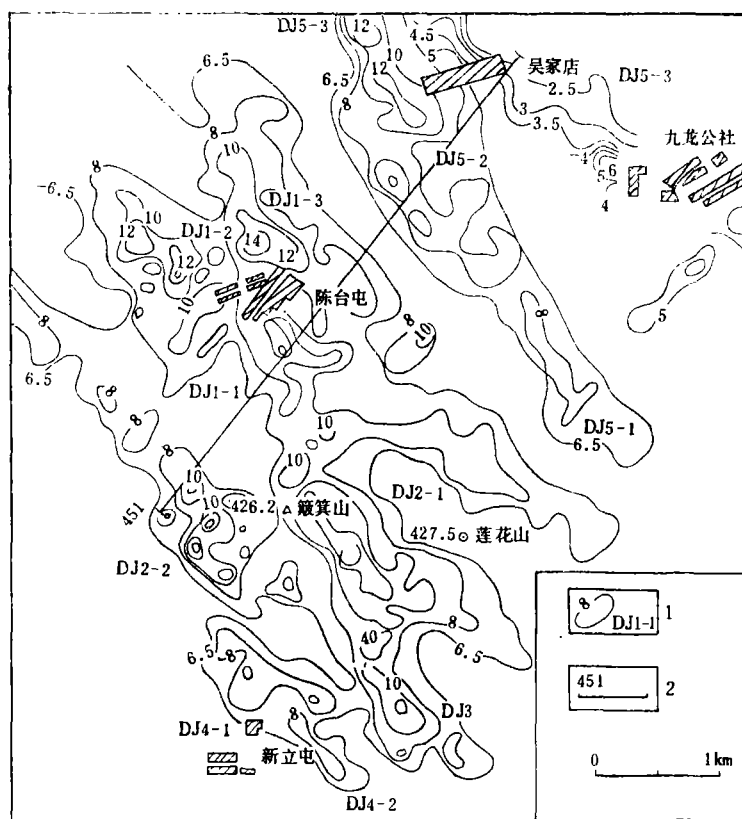


图2 莲花山铜银矿区极化率(η_s)异常等值线平面图

Fig. 2 Contour map of polarizability (η_s) anomalies in the Lianhuashan copper-silver district

1—极化率异常等值线编号; 2—典型剖面

组成北东向的带状分布异常。这与该区断裂构造方向及矿化受构造控制有关。在矿区,地表所见的30余条矿脉均组成北西向的矿化蚀变带,而在深部又发现有数条北东或北东东走向的富矿脉按斜列式排列,呈北西方向产出。因此,北西走向异常带与北东走向异常带的交叉部位常常是最好的成矿部位。在见矿的5个异常中,有4个是处于北西与北东走向

异常带的交汇部位。显然这是沿构造发生的金属热液矿化在两组断裂构造交汇处富集的结果。

二、根据航磁异常发现隐伏的含矿岩体

布敦花矿区位于大兴安岭中段的东南缘、中生代孟恩陶勒盖断隆与白音胡硕火山喷发盆地（次级断陷）过渡带之断隆一侧，东距嫩江断裂约 40 km。矿区内出露的地层主要有大石寨组变质砂岩、板岩，中侏罗统万宝组凝灰质砾岩、砂砾岩、砂岩及上侏罗统满克鄂博组中酸性火山碎屑岩。铜矿床在成因上与燕山早期深源浅成的中酸性侵入杂岩体有关。布敦花热液脉型铜矿体产于花岗闪长（斑）岩外接触带的下二叠统碎屑岩中，受近南北向断裂、裂隙控制。金鸡岭细脉浸染型（斑岩型）铜矿体主要产于花岗斑岩外接触带的下二叠统砂岩、凝灰质含砾砂岩及中侏罗统万宝组凝灰质砾岩、砂砾岩中。矿化受花岗斑岩的形态控制，岩体的上突部位矿化较富集；另外，布敦花铜矿床处于区域布伽重力异常等值线的同向扭曲部位（图 3）。

1:2.5 万航磁测量结果，在布敦花地区发现一个呈马蹄形的环形磁异常（图 4）。该异常由 C-260 及 C-261 两个航磁异常带（在五家窝铺附近）交汇而成。其中 C-260 异常

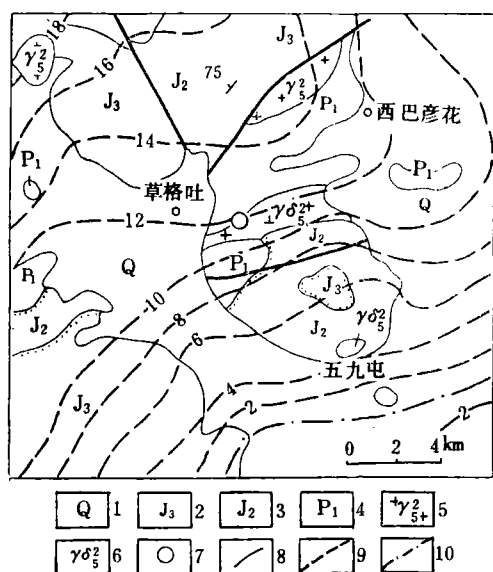


图 3 布敦花铜矿床区域地球物理异常图

Fig. 3 Regional geophysical anomalies of the Budunhua copper deposit

1—第四系；2—上侏罗统；3—中侏罗统；4—下二叠统；5—燕山早期花岗岩；6—燕山早期花岗闪长岩；7—布敦花铜矿床；8—正等值线；9—负等值线；10—零等值线（单位mGal）

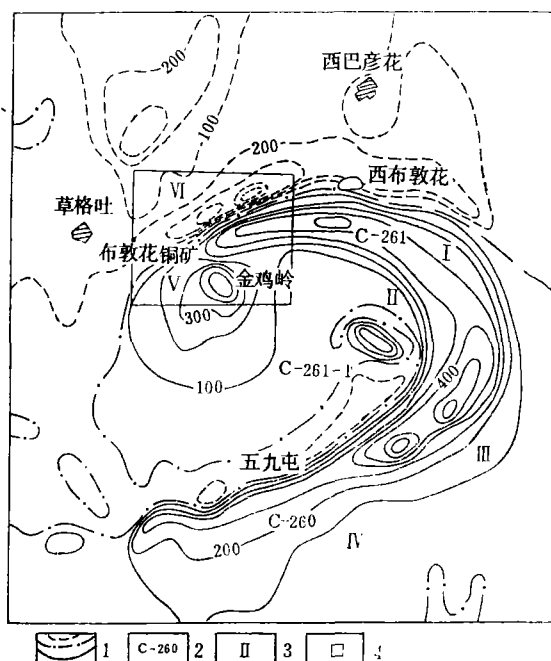


图 4 布敦花环形航磁异常 (ΔT) 综合平面图

Fig. 4 Composite map of the circular aeromagnetic anomaly (ΔT) in Budunhua

1—等值线（单位nT）；2—航磁异常编号；3—激电异常编号；4—布敦花铜矿区范围

为一向南突出的弧形异常带,构成环形异常的南翼。C-261 为向北突出的弧形异常带,成为环形异常的北翼。对于该环形航磁异常的形成有 3 种看法:

1. 认为是沿大岩体边缘而产生的环形异常;
2. 认为 C-260、C-261 是两个岩墙引起,二者在五家窝铺附近交汇而产生的环形磁异常;
3. 认为环形航磁异常反映了在布敦花地区存在一隐伏的环形构造。

我们认为第三种提法较妥,并认为第二种提法不过是环形构造的另一说法而已。其理由如下。

(1) 根据本区的磁性资料表明,花岗闪长岩、花岗斑岩具有较强的磁性,磁化率平均值 $\bar{K}=7400 \times 10^{-6} \pi \text{SI}$, 剩余磁化强度平均值 $\bar{J}_r=540 \times 10^{-3} \text{A/m}$; 含铜矿石具有弱磁性。而其它各类岩石为无磁或极弱磁性。因此,磁异常属岩体或矿体引起。根据磁异常分布特征看,环形磁异常是由沿环形构造的岩浆活动形成的岩脉、岩墙或小岩体所引起。

(2) 本区受北东向的大兴安岭隆起和区域性东西向构造带复合影响,形成联合弧形构造。本区下二叠统具强烈片理化,其片理化带亦呈向东突出的弧形。布敦花矿区的构造主要表现为晚华力西运动形成的东西向构造在强烈的中生代(燕山期)构造阶段复活,并与北北东向构造(新华夏系)复合,形成 3 条北东东向构造挤压带;分布在矿田中部的布敦花复式背斜是该挤压带的主要组成部分,其轴部为布敦花杂岩体。该复背斜轴从西到东由东西向逐渐转为北东东、北东、北北西向,形成一条与环形航磁异常带一致的弧形褶皱带。

(3) 据卫星照片解译,该区存在环形构造。

(4) 由于弧形断裂构造控制,在布敦花矿区的孔雀山、串珠岭、开屏沟 3 个矿段形成为一向东突出的弧形矿脉群。

综上所述,根据地质、物探资料提供的信息,推断布敦花环形磁异常反映了隐伏环形构造的存在。环形构造的生成时代为中生代(燕山期),随着燕山期多次构造活动,在深部岩浆房中的地幔物质经过充分分异,沿着深大断裂多次上侵,控制了岩体的生成和矿体的产出。布敦花铜矿成矿流体的形成过程与中酸性杂岩体的演化密切相关,是成岩成矿作用不断演化的产物。

为了探寻环形构造带的找矿前景,1976 年,围绕布敦花环形航磁异常带开展了 143 km^2 的激电普查。工作结果,人们惊奇地发现,圈出的 6 个激电异常紧密地围绕布敦花环形磁异常带的内外两侧呈弧形分布。其中 II、V 异常分布在环形带的内侧; I、III、IV、VI 异常沿环形带的外侧分布(图 4)。这就为在本区开展普查找矿工作,提供了十分有用的信息。现已查明 C-261 航磁异常西端的局部磁异常为布敦花岩体引起。VI 号激电异常位于岩体的北侧,为已知的孔雀山一串珠岭—开屏沟热液脉型铜矿引起。V 号激电异常和与之相对应的局部磁异常位于岩体的南部。根据物探提出的钻探验证意见,又发现了隐伏的鸡鸣岭细脉浸染型(斑岩型)铜矿床,而且向西南方向还有扩大的趋势。据此,我们推测处于内环的 C-261-1 局部磁异常和与之相对应的 II 号、III 号激电异常以及环形航磁异常的南端是寻找斑岩型铜矿最有远景的地段,其余处于环带两侧的激电异常也应进行工作。

三、地、物、化结合，排除干扰寻找隐伏铜矿

实践证明，应用激发极化法在莲花山矿区寻找隐伏矿体取得了较好的效果。虽然总结了莲花山矿区具工业意义的矿体均有激电异常，但绝非有激电异常就必然有工业矿体；虽然矿区激电方法干扰因素小，岩（矿）石极化率差异显著，但也不是异常值越高，矿体就越好。例如，矿区的 DJ 1-2 异常处于中侏罗统万宝组砂砾岩分布地段，异常范围大，极化率值为矿区最高的（ η 值达 19%），曾被定为最有利的找矿靶区。经物探综合分析，认为该激电异常形态简单，表明该处构造不甚发育，不利于矿液运移，不可能形成较大矿体；两个钻孔虽然见到了黄铜矿化，但浸染矿化微弱，单条矿脉窄小，矿脉密度稀疏，没有构成工业矿体；但这种矿化类型形成高极化率异常值是可以解释的。因此，否定了该异常作为“最佳靶区”的方案，为“隐伏矿的预测”少走了弯路。同时，我们也应该看到，莲花山矿区极化率异常背景偏高，局部异常不甚明显，这主要是反映了矿区存在脉状和浸染状矿（化）体相互穿插，激电异常是多条矿脉和两种不同类型矿化的综合反映。从而，在工作中总结出：在莲花山矿区，北西与北东走向两组断裂的交叉部位以及岩体的凸起部位是寻找铜银矿的有利部位。因此，综合分析地质、物探（电法、重力、磁法）资料是圈定这种有利部位的重要依据。在这种有利部位分布的激电异常是发现隐伏矿体的直接标志。

在布敦花地区，根据航磁资料的环形磁异常带圈出的环形构造，对于划分找矿远景区带起了重要作用。经过地质、物探、化探紧密配合工作，在环形构造带内找到了布敦花热液脉型铜矿和金鸡岭斑岩型铜矿。但是，由于在本区内广泛被第四系覆盖，地层中又有炭质板岩分布，岩体磁性也较强。所以，仅采用单一的地质、电法、磁法工作是难以发现隐伏矿的。在本区的工作实践中总结出：利用区域航磁（重力）资料分析成矿地质环境，采用激电、高精度磁测及化探相结合的综合研究方法是发现隐伏铜矿的有效方法。

GEOCHEMICAL METHODS USED IN THE PROSPECTING FOR CONCEALED COPPER DEPOSITS

Tang Guangqi

(No. 115 Geological Party, Inner Mongolia Bureau of Geology and Mineral Resources)

Liu Guanghai

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences)

Abstract

With examples the present paper deals with the effects of geophysical

methods and techniques in the prospecting for concealed copper deposits. In the light of geological regularity and geophysical characteristics, the authors, using the IP method, discovered deep concealed orebodies in the Lianhuashan copper ore district. On the basis of the distribution of the circular aeromagnetic anomaly, the ringed structure in the Budunhua copper ore district was delineated and, further, the concealed ore-bearing rock body was detected.